

## PERUBAHAN KOMPONEN SERAT RUMPUT LAUT *Caulerpa* sp. (DARI TUAL, MALUKU) AKIBAT PROSES PEREBUSAN

## THE CHANGE IN FIBER COMPONENTS OF *Caulerpa* sp. SEAWEEDS (FROM TUAL OF MALUKU) DUE TO BOILING PROCESS

Nurjanah<sup>1</sup>, Agoes Mardiono Jacob<sup>1</sup>, Taufik Hidayat<sup>2\*</sup>, dan Rudy Chrystiawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Hasil Perairan, FPIK-IPB

<sup>2</sup>Pusat Teknologi Agroindustri Jalan Raya Puspiptek, LAPTIAB BPPT

\*E-mail:besthd22@gmail.com

### ABSTRACT

*Caulerpa* sp. seaweeds are known as a source of fiber. The seaweeds are found on the coasts of Indonesia, such as Tual, Southeast Maluku. *Caulerpa* sp. is often consumed at fresh or boiled first by coastal communities. Boiling aim to inactivate the enzymes and to reduce the number of microbes, however the treatment it is feared could affect the components of fiber contained in seaweed. The purpose of this study was to determine changes in levels of dietary fiber (soluble and insoluble dietary fiber), crude fiber, and fiber components (cellulose, hemicellulose, lignin) as a result of the boiling process at a temperature of 90°C for 5 minutes. Analytical tests performed, including proximate analysis, carbohydrates method Luff schoorl, dietary fiber method of enzymatically, crude fiber, and fiber components (cellulose, hemicellulose, lignin). The results showed that boiling did not affect the lignin content. In addition, boiling increased the levels of insoluble dietary fiber 1.25%, cellulose 13.91%, hemicellulose 11.4% and, decreased the levels of total dietary fiber 3.8%, soluble dietary fiber 5.05%, and crude fiber 0.85%.

**Keywords:** *Caulerpa* sp., fiber components, Tual city

### ABSTRAK

Rumput laut *Caulerpa* sp. dikenal sebagai sumber serat. Rumput laut *Caulerpa* sp. banyak ditemukan di pesisir pantai Indonesia, salah satunya di perairan Tual, Maluku Tenggara. Rumput laut ini sering dikonsumsi segar oleh masyarakat pesisir ataupun direbus terlebih dahulu. Perebusan bertujuan untuk menginaktivkan enzim dan menurunkan jumlah mikroba, namun dikhawatirkan dapat mempengaruhi komponen serat yang terkandung pada rumput laut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan perubahan kadar serat pangan (serat pangan larut dan tak larut), serat kasar, dan komponen serat (selulosa, hemiselulosa, lignin) akibat proses perebusan pada suhu 90°C selama 5 menit. Analisis uji yang dilakukan, diantaranya analisis proksimat, kadar karbohidrat metode Luff schoorl, serat pangan metode enzimatik, serat kasar, dan komponen serat (selulosa, hemiselulosa, lignin). Hasil penelitian menunjukkan perebusan tidak mempengaruhi kadar lignin. Perebusan meningkatkan kadar serat pangan tak larut 1,25%, selulosa 13,91%, hemiselulosa 11,4%, dan menurunkan kadar serat pangan total 3,8%, serat pangan larut 5,05%, dan serat kasar 0,85%.

**Kata kunci:** *Caulerpa* sp., komponen serat, kota Tual

### I. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara maritim dan memiliki sumberdaya perairan cukup besar yang belum dimanfaatkan secara optimal, salah satunya adalah rumput laut. Rumput laut yang digunakan dalam penelitian adalah

*Caulerpa* sp. dari perairan Tual, Maluku Tenggara. Jumlah produksi rumput laut di daerah Tual, Maluku Tenggara terus mengalami peningkatan, pada tahun 2009 sebesar 3.285 ton, tahun 2010 sebesar 4.872,9 ton, tahun 2011 sebesar 7.947,4 ton, dan tahun 2012 sebesar 8.953,32 ton rumput

laut kering (BPS, 2013). Rumput laut hijau di Indonesia terdapat 203 spesies, yang terdiri dari 7 ordo, 19 famili, dan 48 genus. Salah satu genusnya yakni *Caulerpa* terdiri dari 34 spesies (Atmadja dan Willem, 2011).

Rumput laut *Caulerpa racemosa* dapat dikonsumsi sebagai sayuran segar atau lalapan. Rumput laut ini juga dikonsumsi mentah sebagai lalapan atau dijadikan urap oleh masyarakat pesisir di bagian utara pulau Jawa, khususnya di Jawa Tengah yaitu di Jepara, Pati, Juwana, dan Rembang, namun masyarakat pesisir di Bali umumnya mengonsumsi rumput laut ini dengan cara direbus terlebih dahulu. Santoso *et al.* (2004) menyatakan bahwa rumput laut yang dapat dikonsumsi mengandung *insoluble dietary fiber* (serat makanan tak larut) yang terdiri dari selulosa dan hemiselulosa. Burtin (2003) menyatakan bahwa kandungan serat rumput laut mencapai 30-40% berat kering. Menurut Matanjun *et al.* (2009), rumput laut *Caulerpa lentillifera* dari perairan Semporna, Malaysia mengandung serat pangan total  $32,99 \pm 2,07\%$ , serat larut  $17,21 \pm 0,87\%$ , dan serat tak larut  $15,78 \pm 1,20\%$ . Sanchez *et al.* (2004) menyatakan bahwa kandungan karbohidrat pada rumput laut umumnya berbentuk serat yang tidak bisa dicerna oleh enzim pencernaan manusia, sehingga hanya memberikan sedikit asupan kalori dan cocok sebagai makanan diet. Menurut Riyanto dan Wilakstanti (2006) menyatakan bahwa cookies rumput laut mempunyai nilai serat kasar 1,44-1,58% dan nilai serat makanan 5,98-6,02%, sedangkan Nurjanah *et al.* (2015) juga menyatakan *Caulerpa* sangat potensial sebagai sumber serat dari aspek pangan dan aspek non pangan untuk pembuatan kosmetik. Selain untuk serat, rumput laut juga diketahui sangat bermanfaat untuk sumber pangan maupun non pangan diantaranya sebagai sumber garam (Nurjanah *et al.*, 2018; Nufus *et al.*, 2017; Diachanty *et al.*, 2017), sebagai sumber bahan baku kosmetik (Luthfiyana *et al.*, 2016; Maharani *et al.*, 2017; Yanuarti *et al.*, 2017; Dolorosa

*et al.*, 2017; Nurjanah *et al.*, 2017).

Menurut hasil penelitian Ortiz *et al.* (2006) menyatakan bahwa rumput laut dikenal sebagai sumber serat dan dapat digunakan sebagai makanan fungsional untuk mencegah obesitas dan penyakit degeneratif. Penyakit degeneratif disebabkan oleh akibat kurangnya konsumsi serat, diantaranya hipertensi, stroke, obesitas, jantung koroner, dan diabetes melitus. Prevalensi penyakit degeneratif di Indonesia semakin meningkat, diantaranya prevalensi hipertensi pada penduduk umur 18 tahun keatas 31,7%. Prevalensi nasional obesitas penduduk umur 15 tahun keatas 10,3%, prevalensi stroke 8,3%, prevalensi penyakit jantung 7,2%, dan prevalensi diabetes melitus 1,1% (DEPKES, 2008). Konsumsi serat di Indonesia hanya 10,5 g per hari. Konsumsi serat di Indonesia masih dibawah anjuran gizi, yaitu 20-35 g per hari. Menurut Anderson *et al.* (2009), asupan serat dapat memberikan manfaat bagi kesehatan, diantaranya dapat menurunkan risiko terjadinya penyakit jantung koroner, stroke, diabetes melitus, obesitas, gangguan pencernaan, menurunkan tekanan darah tinggi, dan mengendalikan kadar gula darah.

Salah satu potensi rumput laut *Caulerpa* sp. yakni sebagai sumber serat. Penelitian sebelumnya mengenai kandungan serat pangan total rumput laut *Caulerpa racemosa* dan *Caulerpa sertularoides* dari Pulau Seribu, Jakarta, yang dilakukan Santoso *et al.* (2004) menunjukkan hasil  $64,9 \pm 4,9\%$  dan  $61,8 \pm 1,1\%$ , namun informasi mengenai komponen serat *Caulerpa* sp. akibat proses perebusan belum dilaporkan. Proses perebusan dapat menginaktifkan enzim dan menurunkan jumlah mikroba, namun dikhawatirkan dapat mempengaruhi komponen serat yang terkandung pada rumput laut tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan perubahan serat pangan (serat pangan larut dan tak larut), serat kasar, dan komponen serat (selulosa, hemiselulosa, lignin) akibat proses perebusan.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan adalah rumput laut *Caulerpa* sp. dari perairan Tual, air mineral merk, larutan n-heksana (*Emsure*), Pb asetat (*Emsure*),  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (*Emsure*),  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  (*Emsure*), larutan *Luff Schoorl*, petroleum eter (*Emsure*), buffer natrium fosfat (*Emsure*), enzim termamyl (*Sigma*), enzim pepsin (*Sigma*), enzim pankreatin (*Sigma*), etanol (*Emsure*), aseton (*Emsure*). Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gelas ukur 100 mL (*Pyrex*), gelas piala 2 L (*Herma*), oven (*Memmert*), desikator, tabung sokhlet, dan tanur (*Memmert*).

### 2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan untuk menentukan perubahan komponen serat rumput laut *Caulerpa* sp. akibat proses perebusan. Penelitian ini dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Sampel yang sudah dipreparasi kemudian dianalisis proksimatnya, meliputi kadar air, abu, lemak, protein dengan metode AOAC (2005), kadar karbohidrat dengan metode *by difference* dan metode *Luff Schoorl*, dan dilakukan uji serat pangan (serat pangan larut dan tak larut) dengan metode Asp *et al.* (1992), uji serat kasar dengan metode AOAC (1995), serta uji komponen serat (selulosa, hemiselulosa, dan lignin) dengan metode Van Soest (1963).

### 2.3. Proses Perebusan

Sampel *Caulerpa* sp. rebus diperoleh dengan cara merebus menggunakan air mineral dengan perbandingan rumput laut 4:1 pada suhu 90°C selama 5 menit dalam kondisi gelas piala terbuka. Mekanisme perebusan yakni air mineral dimasukkan dalam gelas piala berukuran 2 L, kemudian dimasak menggunakan kompor listrik, setelah suhu air 90°C, kemudian ditambahkan rumput laut. Perebusan selama 5 menit dihitung setelah penambahan rumput laut (Putera, 2015).

### 2.4. Prosedur Analisis

#### 2.4.1. Analisis Proksimat (Kadar Air, Protein, Abu, Lemak Berdasarkan (AOAC, 2005))

##### 2.4.1.1. Analisis Kadar Karbohidrat Metode *Luff Schoorl* (Sulaeman *et al.*, 1993)

Sampel rumput laut baik segar dan melalui proses perebusan 5 g dilarutkan dengan akuades hingga 100 mL melalui pengenceran, kemudian diambil 50 mL air larutannya dan dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL, kemudian ditambah 10 mL Pb asetat 5% (pH 9,3) lalu dikocok, kemudian larutan tersebut ditambah 4 tetes  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  10%, apabila terdapat endapan putih berarti Pb asetat sudah cukup, kemudian ditambah 6 tetes  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  10% sampai tidak terbentuk endapan putih lagi. Larutan ditara dengan akuades, kemudian disaring dengan kertas saring *Whatman* No.42 dan didiamkan selama 30 menit. Filtrat diambil sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambah 5 mL HCl 25% dan dipanaskan dalam *water batch* pada suhu 70°C selama 10 menit, setelah dingin larutan dinetralkan dengan 5 mL NaOH 30% dan ditambah 2 tetes indikator fenoltalein 1% sampai berwarna merah jambu. Cairan diambil 10 mL, ditambah 15 mL akuades, 25 mL larutan *luff schoorl* dan batu didih. Larutan dipanaskan dalam *water batch* pada suhu 70°C selama 10 menit dan dibiarkan dingin, kemudian ditambah 10 mL KI 30%, 25 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25%. Kemudian dititrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N menggunakan 2 mL indikator kanji 1%. Titrasi dilakukan sampai warna biru tidak terbentuk lagi. Larutan blanko dibuat dari 25 mL akuades ditambah 25 mL larutan *luff schoorl* dan batu didih yang dipanaskan hingga mendidih selama 10 menit dan didiamkan hingga dingin. Larutan kemudian ditambah 10 mL KI 30%, 25 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25%, kemudian dititrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N menggunakan 2 mL indikator kanji 1%. Titrasi dilakukan sampai warna biru tidak terbentuk lagi. Larutan *luff schoorl* dibuat dengan melarutkan 143,8 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

anhidrat ke dalam 300 mL akuades sambil diaduk dan ditambah 50 g asam sitrat monohidrat yang dilarutkan ke dalam 50 mL akuades. Larutan kemudian ditambah 25 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  yang dilarutkan ke dalam 100 mL akuades, kemudian campuran larutan tersebut dipindahkan ke dalam labu ukur 1 L dan ditera dengan akuades dan dikocok. Kadar karbohidrat ditentukan dengan rumus:

$$x = \frac{\text{Blanko} - \text{contoh}}{0,1} \times N \times N_2S_2O_3 \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Kadar karbohidrat total (\%)} = \frac{X \cdot Y}{a} \times 100\%$$

Keterangan : X = Nilai pada tabel *luff schoorl*, Y = Faktor pengenceran, a = Berat sampel (mg).

#### 2.4.1.2. Analisis Serat Pangan Metode Enzimatis (Asp *et al.*, 1992)

Sampel segar dan rebus dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 21 jam. Sampel kering sebanyak 2 g diekstrak lemaknya dengan pelarut petroleum eter pada suhu kamar selama 15 menit kemudian sampel dimasukkan ke dalam oven selama 12 jam pada suhu 105°C. Sampel sebanyak 1 g (w) dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL, kemudian ditambah 25 mL buffer natrium fosfat 0,1 M dengan pH 6, kemudian ditambah 0,1 mL enzim  $\alpha$ -amylase (termamyl) dan ditutup aluminium foil dan diinkubasi pada suhu 100°C selama 15 menit, kemudian ditambah 20 mL akuades dan pH diatur menjadi 1,5 dengan menambahkan HCl 4 M, kemudian ditambah 100 mg pepsin, ditutup aluminium foil dan diinkubasi pada suhu 40°C dan diagitasi selama 60 menit dan ditambah 20 mL akuades dan pH diatur menjadi 6,8; kemudian ditambah 100 mg pankreatin, ditutup aluminium foil dan diinkubasi pada suhu 40°C dan diagitasi selama 60 menit, kemudian pH diatur dengan HCl 4 M menjadi 4,5 M. Larutan kemudian disaring dengan cawan kaca masir G3 yang

telah ditimbang bobotnya dan dicuci dua kali dengan akuades.

Residu dicuci dengan 2x10 mL etanol 78% dan 2x10 mL aseton, dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 12 jam, dan dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang ( $D_1$ ), kemudian diabukan dalam tanur pada suhu 500°C selama 5 jam, dan dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang ( $I_1$ ).

Volume filtrat diatur dengan menambahkan akuades sampai 100 mL, kemudian ditambah 400 mL etanol 78% hangat (suhu 60°C), diendapkan 1 jam. Larutan kemudian disaring menggunakan cawan kaca masir G3 dan dicuci dengan 2x10 mL etanol 78%, 2x10 mL aseton, dan dikeringkan dalam oven selama 12 jam pada suhu 105°C, kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang ( $D_2$ ). Ekstrak kering kemudian diabukan dalam tanur pada suhu 500°C selama 5 jam, dan dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang ( $I_2$ ).

Serat makanan total ditentukan dengan menjumlahkan nilai SDF dan IDF. Nilai blanko untuk IDF dan SDF diperoleh dengan cara yang sama, namun tanpa menggunakan sampel ( $B_1$  dan  $B_2$ ). Kadar serat ditentukan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Nilai IDF (\%)} &= ((D_1 - I_1 - B_1)/w) \times 100\% \\ \text{Nilai SDF (\%)} &= ((D_2 - I_2 - B_2)/w) \times 100\% \\ \text{Nilai TDF (\%)} &= \text{Nilai IDF} + \text{SDF} \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

#### 2.4.1.3. Analisis Kadar Serat Kasar (AOAC, 1995)

Sampel segar dan rebus dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 21 jam. Sampel kering sebanyak 2 g diekstrak lemaknya dengan pelarut petroleum eter pada suhu kamar selama 15 menit kemudian sampel dimasukkan ke dalam oven selama 12 jam pada suhu 105°C. Sampel sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL dan ditambah 100 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,325 N. Campuran tersebut dihidrolisis dalam *autoklaf* selama 15 menit pada suhu 105°C, kemudian ditambah 50 mL NaOH 1,25 N dan dihidrolisis dalam *autoklaf* selama 15

menit pada suhu 105°C. Larutan kemudian disaring dengan cawan kaca masir G3 yang telah diketahui bobotnya. Cawan kaca masir kemudian dicuci berturut-turut dengan air panas, 25 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,325 N, air panas, dan 25 mL etanol 78%. Cawan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam dan dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang. Kadar serat kasar ditentukan dengan rumus:

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{A-B}{C} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan: A = Berat cawan dan residu kering (g), B = Berat cawan kaca masir kosong (g), dan C = Berat sampel (g).

## 2.4.2. Analisis Komponen Serat (Van Soest, 1963)

### 2.4.2.1. Analisis Kadar Hemiselulosa

Analisis kadar *Neutral Detergent Fiber* (NDF) menggunakan larutan NDS (*Neutral Detergent Solution*). Pembuatan larutan NDS dengan mencampurkan 18,61 g EDTA dan 6,81 g Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10 H<sub>2</sub>O ke dalam gelas piala 1 L, kemudian ditambah 30 g sodium lauril sulfat dalam 20 mL 2-etoksietanol. Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> sebanyak 4,56 g dimasukkan ke dalam gelas piala lain dan ditambah akuades sedikit demi sedikit, dan dipanaskan hingga larut, kemudian dimasukkan ke dalam campuran sebelumnya dan ditambah akuades hingga volumenya 1 L. Larutan tersebut kemudian diukur pH-nya pada kisaran 6,9-7,1.

Sampel sebanyak 0,5 g (A) dimasukkan ke dalam gelas piala 600 mL, kemudian ditambah 100 mL larutan NDS dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 1 jam. Larutan tersebut kemudian disaring menggunakan cawan kaca masir G3 yang telah ditimbang sebelumnya (B), kemudian residu dibilas menggunakan air panas dan aseton, dan dikeringkan dalam oven suhu 105°C selama ±4 jam sampai beratnya stabil dan dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang (C). Kadar NDF ditentukan dengan rumus:

$$\text{NDF (\%)} = \frac{C-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Analisis kadar *Acid Detergent Fiber* (ADF) menggunakan larutan ADS (*Acid Detergent Solution*). Pembuatan larutan ADS dengan melarutkan 20 g CTAB (*Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide*) ke dalam 27,5 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N dan ditambah akuades hingga volumenya menjadi 1 L.

Sampel sebanyak 0,5 g (A) dimasukkan ke dalam gelas piala 600 mL, kemudian ditambah 100 mL larutan ADS dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 1 jam. Larutan tersebut kemudian disaring menggunakan cawan kaca masir G3 yang telah ditimbang sebelumnya (B), kemudian residu dibilas menggunakan air panas dan aseton, dan dikeringkan dalam oven suhu 105°C selama ±4 jam sampai beratnya stabil dan dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang (C). Kadar ADF ditentukan dengan rumus:

$$\text{ADF (\%)} = \frac{C-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Kadar hemiselulosa dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Hemiselulosa (\%)} = \% \text{ NDF} - \% \text{ ADF} \dots\dots\dots(6)$$

Analisis selulosa merupakan lanjutan dari analisis ADF. Sampel analisis ADF yang sudah ditimbang (C) ditambah larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72% sampai terendam selama 3 jam, kemudian disaring menggunakan cawan kaca masir G3. Filtrat kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama ±4 jam sampai beratnya stabil dan dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang (D). Kadar selulosa ditentukan dengan rumus:

$$\text{Selulosa (\%)} = \frac{C-D}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

Analisis lignin merupakan lanjutan dari analisis ADF dan residu selulosa. Residu

kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama ±4 jam sampai beratnya stabil, kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang (D). Residu yang kering kemudian dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 600°C selama 2 jam dan dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang (E). Kadar lignin ditentukan dengan rumus:

$$\text{Lignin (\%)} = \frac{D-E}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

## 2.5. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian proksimat dan komponen serat dianalisis secara deskriptif menggunakan nilai standar deviasi untuk mengetahui pengaruh perebusan yang dilakukan terhadap sampel *Caulerpa* sp.

# III. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 3.1. Morfologi Rumput Laut *Caulerpa* sp.

Rumput laut *Caulerpa* sp. tergolong rumput laut hijau yang tumbuh dengan akar menancap pada substrat pasir atau menempel pada bebatuan dan termasuk famili Caulerpaceae. Morfologi rumput laut ini adalah thalus berdiameter ± 1,4 mm dengan jumlah ramuli sebanyak 24-31 dan berwarna hijau tua. Rumput laut tersebut memiliki kemiripan ciri morfologi dengan rumput laut *Caulerpa lentillifera* yang memiliki ramuli membentuk bulatan kecil merapat teratur menutupi percabangan sepanjang ± 3-5 cm. Thalus berdiameter 1-2 mm dan berwarna hijau tua (Kadi, 1996). Menurut Tampubolon *et al.* (2013), rumput laut *Caulerpa lentillifera* memiliki thalus dengan cabang bulat yang merambat dan cabang-cabang seperti anggur dengan ramuli sebanyak 17-31 buah dan diameter thalus 1,26 mm, sedangkan rumput laut *Caulerpa racemosa* memiliki jumlah ramuli sebanyak 8-16 buah dan diameter thalus 2,92 mm. Morfologi rumput laut *Caulerpa* sp. dapat dilihat pada Gambar 1.

Rumput laut *Caulerpa* sp. tumbuh bergerombol, sehingga disebut anggur laut. Rumput laut ini memiliki sebutan yang berbeda-beda di setiap daerah, diantaranya di Sulawesi Selatan disebut lawi-lawi, di Bali disebut bulung boni, dan di Jawa disebut latoh. Masyarakat pesisir biasa mengonsumsi rumput laut ini dalam kondisi mentah sebagai lalapan atau urap maupun direbus terlebih dahulu.



Gambar 1. Morfologi rumput laut *Caulerpa* sp.

## 3.2. Komposisi Kimia Rumput Laut *Caulerpa* sp.

Analisis proksimat merupakan suatu metode analisis yang dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia dari suatu bahan. Hasil analisis komposisi kimia rumput laut *Caulerpa* sp. segar dan rebus dibandingkan penelitian Santoso *et al.* (2006) yang menganalisis komposisi kimia rumput laut *Caulerpa racemosa* dan *Caulerpa sertularoides* dari Kepulauan Seribu, Jakarta dapat dilihat pada Tabel 1.

Kadar air rumput laut sebelum direbus 75,11±0,03% dan setelah direbus menjadi 78,36±0,19%. Menurut Aisyah *et al.* (2014), perebusan bahan pangan yang mengandung serat pangan tinggi dapat meningkatkan kadar air karena serat pangan memiliki kemampuan menyerap air saat perebusan. Wong dan Cheung (2001) menyatakan bahwa rumput laut banyak mengandung polisakarida non pati atau serat. Menurut Chaidir (2006), serat pangan memiliki daya serap air yang tinggi. Serat pangan memiliki ukuran polimer yang besar,

Tabel 1. Komposisi kimia rumput laut *Caulerpa* sp.

Komposisi Kimia (%)	<i>Caulerpa</i> sp.		<i>C. racemosa</i> <sup>(a)</sup> <i>C. sertularoides</i> <sup>(a)</sup> (bb)	
	Segar (bb)	Rebus (bb)		
Air	75,11±0,03	78,36±0,19	88,8±0,5	82,4±0,6
Protein	3,76±0,14	3,55±0,10	1,5±0,2	3,1±0,2
Lemak	0,37±0,03	0,41±0,01	0,5±0,1	2,3±0,1
Abu	1,16±0,11	0,98±0,11	2,1±0,2	2,9±0,2
Karbohidrat <i>by difference</i>	19,6±0,03	16,69±0,12	7,1	9,3
Karbohidrat <i>Luff Schoorl</i>	18,97	16,25	-	-

Sumber: (a) Santoso *et al.* (2006). Keterangan bb: basis basah.

struktur yang kompleks, dan banyak mengandung gugus hidroksil. Santoso *et al.* (2006) menyatakan bahwa kadar air *Caulerpa racemosa* 88,8±0,5% dan *Caulerpa sertularoides* 82,4±0,6%. Hasil kadar air yang diperoleh lebih rendah dibandingkan terjadinya penguapan pada sampel selama penguapan pada sampel selama proses transportasi dari Maluku Tenggara menuju Bogor. Transportasi dapat memicu proses transpirasi, sehingga mempercepat proses penguapan air yang menyebabkan rendahnya kadar air suatu bahan.

Perebusan selama 5 menit pada suhu 90°C tidak menyebabkan perubahan kadar protein, karena pada proses perebusan tidak terjadinya perubahan struktur protein baik dari protein primer hingga protein tersier. Santoso *et al.* (2006) menyatakan bahwa kadar protein *Caulerpa racemosa* 1,5±0,2% dan *Caulerpa sertularoides* 3,1±0,2%. Hasil kadar protein yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan literatur. Protein tersusun atas beberapa asam amino dengan ikatan peptida. Menurut Ratana dan Chirapart (2006), tinggi rendahnya kadar protein dapat dihubungkan dengan asam amino yang terkandung dalam bahan, semakin tinggi kandungan asam amino, maka kadar protein yang terkandung juga semakin tinggi. Kandungan protein yang berbeda pada rumput laut disebabkan oleh perbedaan spesies, musim, dan kondisi geografis.

Perebusan selama 5 menit pada suhu 90°C tidak menyebabkan perubahan kadar lemak secara signifikan, hal ini diakibatkan waktu perebusan yang tidak terlalu lama tidak banyak mengubah struktur lemak dan turunan mikromolekulnya. Santoso *et al.* (2006) menyatakan bahwa kadar lemak *Caulerpa sertularoides* 2,3±0,1%. Hasil kadar lemak yang diperoleh lebih rendah dibandingkan literatur. Rendahnya kadar lemak disebabkan oleh kandungan asam lemak pada *Caulerpa* sp. yang lebih rendah daripada *Caulerpa sertularoides*. Kadar lemak tersusun atas beberapa jenis asam lemak. Menurut Santoso *et al.* (2004), asam lemak *Caulerpa sertularoides* cukup tinggi, diantaranya asam lemak yang paling dominan adalah asam palmitat 45,3±1,1%, linolenat 13,7±0,2%, heptadekanoat 7,9±0,1%, dan oleat 7,1±0,2%. Menurut Wong dan Cheung (2001), kadar lemak pada rumput laut tergolong rendah.

Perebusan selama 5 menit pada suhu 90°C tidak menyebabkan perubahan kadar abu. Santoso *et al.* (2006) menyatakan bahwa kadar abu *Caulerpa racemosa* 2,1±0,2% dan *Caulerpa sertularoides* 2,9±0,2%. Bahan pangan terdiri atas 96% zat organik dan air, serta 4% terdiri atas unsur mineral atau zat anorganik. Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Menurut Ratana dan Chirapart (2006), tinggi rendahnya kadar abu dapat dihubungkan



dengan jumlah unsur mineral yang terkandung dalam bahan, semakin tinggi kandungan mineralnya, maka kadar abu yang terkandung semakin tinggi. Menurut Ruperez (2002), kandungan mineral rumput laut dipengaruhi oleh spesies, faktor fisiologis, dan kondisi geografis. Kandungan abu rumput laut lebih tinggi dibandingkan tanaman air, misalnya genjer. Nurjanah *et al.* (2014) menyatakan bahwa kadar abu tanaman genjer  $0,70 \pm 0,14\%$  (berat basah).

Perhitungan kadar karbohidrat umumnya dengan metode *by difference*. Metode ini memiliki kelemahan hasil yang kurang akurat, sehingga diperlukan pengujian dengan metode *Luff Schoorl*. Hasil karbohidrat metode *by difference* sebelum direbus  $19,6 \pm 0,03\%$  dan setelah direbus menjadi  $16,69 \pm 0,12\%$ . Hasil kadar karbohidrat metode *Luff Schoorl* sebelum direbus  $18,97\%$  dan setelah direbus menjadi  $16,25\%$ . Metode *Luff Schoorl* memiliki kadar karbohidrat yang lebih rendah dibandingkan metode *by difference*. Menurut Whelan dan Pirt (2006), metode *by difference* memiliki kesalahan positif karena tidak dapat membedakan komponen non karbohidrat, diantaranya asam organik, tanin, dan lignin, sehingga komponen tersebut ikut terhitung sebagai karbohidrat. Kadar karbohidrat yang dianalisis dengan metode *Luff Schoorl* memperoleh hasil yang lebih rendah dibandingkan metode *by difference*, karena adanya tahapan hidrolisis pada metode *Luff Schoorl* menggunakan HCl 25% dan dilakukan pemanasan pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 10 menit.

Penurunan kadar karbohidrat setelah perebusan dapat disebabkan komponen karbohidrat salah satunya pati mengalami gelatinisasi saat perebusan pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$  selama 5 menit dan beberapa komponen karbohidrat yang larut dalam media air, diantaranya pektin, gum, *mucilage*, dan komponen monosakarida lainnya. Santoso *et al.* (2006) menyatakan bahwa kadar karbohidrat *by difference* *Caulerpa racemosa*  $7,1\%$  dan *Caulerpa sertularoides*  $9,3\%$ . Hasil

kadar karbohidrat yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan literatur. Menurut penelitian Marinho-Soriano *et al.* (2006), kandungan karbohidrat rumput laut dipengaruhi temperatur, salinitas, dan intensitas cahaya matahari.

### 3.3. Karakteristik Serat Rumput Laut *Caulerpa* sp.

Serat adalah bagian dari komponen tumbuhan yang tidak dapat diserap oleh tubuh. Serat umumnya terbagi menjadi dua, yakni serat pangan dan serat kasar. Serat pangan merupakan serat yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia. Serat pangan berdasarkan kelarutannya terhadap air terbagi dua, yakni serat pangan larut (*soluble dietary fiber/SDF*) yang terdiri dari pektin dan turunannya, gum, serta *mucilage* dan serat pangan tidak larut (*insoluble dietary fiber/IDF*) yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Serat pangan tersusun atas polisakarida dengan ikatan  $\beta$  (1-4) yang tidak dapat dicerna oleh enzim amilase yang disekresikan oleh kelenjar saliva dan pankreas, namun dapat dimetabolisme oleh bakteri yang terdapat pada usus besar. Serat kasar adalah komponen sisa hasil hidrolisis dengan asam kuat selanjutnya dihidrolisis dengan basa kuat sehingga terjadi kehilangan selulosa sekitar 50% dan hemiselulosa 85% (Wildman dan Medeiros 2000). Hasil komposisi serat *Caulerpa* sp. segar dan rebus dibandingkan beberapa penelitian yang menganalisis komposisi serat rumput laut *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa sertularoides*, dan *Caulerpa lentillifera* dapat dilihat pada Tabel 2.

Serat pangan berperan dalam metabolisme glukosa dan lemak, memperlancar buang air besar, menstimulasi aktivitas metabolisme bakteri, dan detoksifikasi terhadap zat yang berada dalam kolon. Hasil serat pangan total sebelum direbus  $43,97 \pm 0,38\%$  dan setelah direbus menjadi  $40,17 \pm 0,52\%$ . Perebusan selama 5 menit pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$  menyebabkan penurunan



Tabel 2. Komposisi serat rumput laut *Caulerpa* sp.

Komposisi serat (%)	<i>Caulerpa</i> sp		CR <sup>(a)</sup>	CS <sup>(a)</sup>	CL <sup>(b)</sup>
	Segar	Rebus			
Serat pangan total	43,97±0,38	40,17±0,52	64,9±4,9	61,8±1,1	32,99±2,07
Serat pangan tak larut	22,88±0,49	24,13±0,14	64,1±3,8	60,1±0,7	15,78±1,20
Serat pangan larut	21,09±0,13	16,04±0,63	0,9±0,1	1,8±0,9	17,21±0,87
Serat kasar	2,47±0,03	1,62±0,10	CL <sup>(b)</sup>	CR <sup>(c)</sup>	CL <sup>(d)</sup>
			1,91±0	8,43±2,38	3,17±0,21

CR= *Caulerpa racemosa*; CS= *Caulerpa sertularoides*; dan CL= *Caulerpa lentillifera*

Sumber: (a) Santoso *et al.* (2004); (b) Matanjan *et al.* (2009); (c) Ma'ruf *et al.* (2013);

(d) Ratana-Arporn dan Chirapart (2006).

kadar serat pangan total. Kadar serat pangan total diperoleh dari hasil penjumlahan serat pangan larut dan tak larut. Menurut hasil penelitian Pangastuti *et al.* (2013) bahwa serat pangan total pada tepung kacang merah mengalami penurunan setelah dilakukan perebusan selama 90 menit. Kadar serat pangan total rumput laut segar tergolong tinggi, yakni 43,97%. Menurut Wong dan Cheung (2001), rumput laut banyak mengandung polisakarida non pati atau serat.

Menurut Matanjan *et al.* (2009), kandungan serat *Caulerpa lentillifera* dari perairan Semporna, Malaysia yakni serat pangan total 32,99±2,07%, serat pangan larut 17,21±0,87%, dan serat pangan tak larut 15,78±1,20%. Kadar serat pangan total, serat pangan larut, dan serat pangan tak larut *Caulerpa* sp. yang diperoleh dari perairan Tual, Maluku Tenggara lebih tinggi daripada *Caulerpa lentillifera* dari perairan Semporna, Malaysia.

Ortiz *et al.* (2006) menyatakan bahwa kandungan serat rumput laut di-pengaruhi oleh musim, lokasi geografi, jenis spesies, umur panen, dan kondisi lingkungan. Serat pangan total, dibagi dua kelompok yakni serat pangan larut dan tak larut. Serat tak larut air yaitu serat yang tidak dapat larut dalam air dan juga dalam saluran pencernaan. Kadar serat tak larut sebelum direbus 22,88±0,49% dan setelah direbus menjadi 24,13±0,14%. Perebusan menyebabkan pembentukan pati tak tercerna, mengingat

rumpuit laut *Caulerpa* sp. banyak mengandung karbohidrat, salah satunya adalah kandungan pati. Menurut Widayanti *et al.* (2013), kadar pati rumput laut *Gracilaria* sp. dari perairan Serangan, Bali 15,42%.

Menurut Nugent (2005), pati tak tercerna memiliki sifat tahan terhadap hidrolisis enzim pencernaan dan tidak dapat tercerna dalam usus halus sehingga digolongkan sebagai serat pangan. Menurut Nyman (1995), pemasakan dengan panas dapat meningkatkan serat tak larut akibat pembentukan pati tak tercerna. Menurut Asp (1995), pati atau produk degradasi pati yang tidak dapat dicerna oleh usus manusia disebut pati resisten atau *resistant starch* (RS).

Pembentukan *resistant starch* dalam bahan pangan dapat disebabkan oleh pemanasan. *Resistant starch* ini tahan terhadap dispersi dalam air mendidih dan tidak dapat dihidrolisis oleh enzim amilase, pankreatin, dan pullulanase, tetapi dapat didispersi dalam larutan KOH dan dapat dihidrolisis oleh enzim amiloglukosidase. Pengujian serat pangan metode Van Soest (1963) tidak menggunakan enzim amiloglukosidase, sehingga kemungkinan RS yang terbentuk selama perebusan tidak dapat terhidrolisis, dan terukur sebagai serat pangan tak larut. Klasifikasi pati resisten dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Klasifikasi pati resisten.

Jenis Pati Resisten	Definisi
RS-1	Pati yang secara fisik sulit dicerna (ukurannya besar)
RS-2	Granula pati resisten
RS-3	Pati retrogradasi (resisten karena proses pengolahan)
RS-4	Pati termodifikasi

Sumber: Nugent (2005).

Kadar serat pangan larut sebelum direbus  $21,09 \pm 0,13\%$  dan setelah direbus menjadi  $16,04 \pm 0,63\%$ . Serat pangan larut air yaitu serat yang dapat larut dalam air dan larut dalam saluran pencernaan, namun dapat membentuk gel dengan cara menyerap air. Kadar serat kasar rumput laut sebelum direbus  $2,47 \pm 0,03\%$  dan setelah direbus menjadi  $1,62 \pm 0,1\%$ . Menurut Kusumawati *et al.* (2012), kadar serat kasar tepung biji nangka mengalami penurunan setelah dilakukan *blanching* pada suhu  $80^\circ\text{C}$  selama 10 menit. Penurunan serat kasar dipengaruhi oleh suhu dan lama *blanching*. Matanjan *et al.* (2009) menyatakan bahwa serat kasar *Caulerpa lentillifera*  $1,91 \pm 0\%$ . Ratana dan Chirapart (2006) menyatakan bahwa serat kasar *Caulerpa lentillifera*  $3,17 \pm 0,21\%$ . Serat kasar *Caulerpa* sp. yang diperoleh dari perairan Tual, Maluku Tenggara lebih tinggi daripada *Caulerpa lentillifera* dari perairan Semporna, Malaysia dan lebih rendah daripada *Caulerpa lentillifera* dari perairan Amphor-BanLam, Petchburi. Kandungan serat kasar yang berbeda pada rumput laut disebabkan oleh perbedaan habitat, musim, dan jenis spesies.

### 3.4. Komponen Serat Rumput Laut *Caulerpa* sp.

Polisakarida rumput laut tersusun dari hidrokoloid penyusun dinding sel dan bahan pengisi ruang antara sel, misalnya karaginan dan agar-agar. Menurut Vera *et al.* (2011), jenis rumput laut hijau lebih banyak mengandung polisakarida xilan dan ulvan.

Menurut Wong dan Cheung (2001), perbedaan kandungan polisakarida pada rumput laut disebabkan oleh kadar sulfat pada struktur utama monosakarida penyusunnya dan jenis spesies rumput laut. Hasil komponen serat *Caulerpa* sp. segar dan rebus dibandingkan penelitian Santi *et al.* (2012) mengenai komponen serat *Caulerpa crassa* dan *Ulva lactuca* dapat dilihat pada Tabel 4.

Sampel *Caulerpa* sp. yang digunakan untuk pengujian komponen serat diambil pada bulan Maret atau musim pancaroba, yakni musim peralihan dari musim hujan menuju musim kemarau. Hasil pada Tabel 4 menunjukkan kadar selulosa, hemiselulosa, lignin *Caulerpa* sp. rebus apabila dijumlahkan kadarnya, melebihi kadar serat pangan total *Caulerpa* sp. rebus yang diambil pada bulan Desember yang tersaji pada Tabel 2. Perbedaan musim dapat mempengaruhi kadar serat pangan total yang terkandung pada rumput laut, ketika musim hujan maka intensitas cahaya berkurang, sehingga menurunkan laju fotosintesis dan sintesis karbohidrat. Rumput laut *Caulerpa* sp. yang diambil pada bulan Maret memiliki kadar serat pangan total lebih tinggi dibandingkan pengambilan bulan Desember, kemungkinan karena pada bulan Maret tergolong musim kemarau dan rumput laut akan lebih aktif melakukan fotosintesis dibandingkan bulan Desember, sehingga kadar serat pangan total yang terkandung lebih tinggi.

Metode yang digunakan untuk menentukan komponen serat (selulosa, hemiselulosa, dan lignin) adalah metode Van Soest 1963. Menurut Jung (1997), metode Van Soest merupakan metode pengujian kimia untuk mengukur kadar komponen serat menggunakan pelarut detergen. *Neutral Detergent Fiber* (NDF) merupakan semua komponen karbohidrat struktural yang terkandung pada dinding sel tumbuhan, meliputi selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Hal ini sangat berbeda dengan pengujian serat pangan multi enzim yang hanya menghitung serat pangan terlarut dan tidak terlarut.

Tabel 4 Komponen serat rumput laut *Caulerpa* sp.

Komponen serat (%)	<i>Caulerpa</i> sp.		<i>Caulerpa crassa</i> <sup>(a)</sup>	<i>Ulva lactuca</i> <sup>(a)</sup>
	Segar	Rebus		
Selulosa	8,70±0,32	22,61±0,76	25,50	19,58
Hemiselulosa	6,40±0,08	17,80±0,54	43,73	16,42
Lignin	2,08±0,32	2,23±0,81	4,00	2,9

Sumber: (a) Santi *et al.* (2012).

Kadar NDF rumput laut sebelum direbus 17,7±0,19% dan setelah direbus menjadi 42,65±0,48%. *Acid Detergent Fiber* (ADF) merupakan komponen yang terdiri dari selulosa dan lignin. ADF juga didefinisikan banyaknya fraksi yang tidak terlarut setelah proses pelarutan dengan larutan *Acid Detergent Solution* (ADS). Kadar ADF rumput laut sebelum direbus 11,3±0,25% dan setelah direbus menjadi 24,85±0,96%.

Selulosa merupakan komponen struktural utama dinding sel. Selulosa dapat dihidrolisis menggunakan enzim selulase. Enzim tersebut tidak dimiliki oleh tubuh manusia, sehingga selulosa tidak dapat dicerna oleh pencernaan tubuh manusia. Kadar selulosa rumput laut sebelum direbus 8,7±0,32% dan setelah direbus menjadi 22,61±0,76%. Yuanita (2006) menyatakan bahwa kadar selulosa kacang panjang meningkat setelah direbus pada suhu 100°C selama 5 menit. Perebusan menyebabkan pembengkakan dinding sel, sehingga terjadi pembebasan pati dan lipid dan terjadi pembentukan senyawa kompleks hasil ikatan pati dan lipid yang bersifat sebagai pati tidak tercerna. Menurut Nyman (1995), perebusan dapat meningkatkan kadar pati tak tercerna yang terukur sebagai selulosa, sehingga kadar selulosa meningkat. Menurut Santi *et al.* (2012), kadar selulosa rumput laut *Caulerpa crassa* 25,5% dan *Ulva lactuca* 19,58%. Kadar selulosa *Caulerpa* sp. yang diperoleh dari perairan Tual, Maluku Tenggara lebih rendah daripada *Caulerpa crassa* dan *Ulva lactuca* dari perairan Ujung Genteng, Sukabumi. Menurut Diharmi *et al.*

(2011), perbedaan kadar selulosa pada rumput laut dipengaruhi oleh spesies rumput laut, habitat, dan musim.

Hemiselulosa merupakan polisakarida heteropolimer yang memiliki rantai cabang tidak seragam dan merupakan komponen penyusun dinding sel yang saling berikatan dengan selulosa dan lignin. Hemiselulosa juga larut dengan pelarut deterjen asam. Hemiselulosa dapat dihidrolisis menggunakan enzim hemiselulase (*xylanase*). Enzim tersebut tidak dimiliki oleh tubuh manusia, sehingga hemiselulosa tidak dapat dicerna oleh pencernaan tubuh manusia. Kadar hemiselulosa sebelum direbus 6,4±0,08% dan setelah direbus menjadi 17,8±0,54%. Kadar hemiselulosa diperoleh dari selisih NDF dan ADF. Yuanita (2006) menyatakan bahwa hemiselulosa tahan terhadap suhu pemasakan dengan media air pada pH netral, sehingga saat perebusan hemiselulosa tidak terhidrolisis. Hemiselulosa berikatan kuat dengan komponen lignin, sehingga mempersulit proses hidrolisis. Hemiselulosa dapat terhidrolisis pada suhu pemanasan 121°C dengan pelarut asam sulfat. Hemiselulosa memiliki kemampuan yang kuat dalam mengikat molekul air selama perebusan. Molekul air yang terikat dengan hemiselulosa akan menghalangi afinitas asam, sehingga hemiselulosa tidak terhidrolisis selama proses perebusan.

Menurut Santi *et al.* (2012), kadar hemiselulosa rumput laut *Caulerpa crassa* 43,73% dan *Ulva lactuca* 16,42%. Kadar hemiselulosa *Caulerpa* sp. yang diperoleh dari perairan Tual, Maluku Tenggara lebih rendah daripada *Caulerpa crassa* dan *Ulva*

*lactuca* dari perairan Ujung Genteng, Sukabumi. Kandungan hemiselulosa yang berbeda pada rumput laut dipengaruhi oleh spesies rumput laut, habitat, dan musim.

Lignin merupakan salah satu polimer fenilpropanoid yang sulit dirombak atau dicerna, karena strukturnya yang heterogen dan sangat kompleks. Lignin tahan terhadap hidrolisis asam kuat atau alkali dan tidak terdegradasi oleh bakteri dalam kolon, serta tahan terhadap degradasi kimia maupun degradasi enzimatik. Perebusan selama 5 menit pada suhu 90°C tidak menyebabkan perubahan kadar lignin. Menurut Santi *et al.* (2012), kadar lignin *Caulerpa crassa* 4,00% dan *Ulva lactuca* 2,9%. Kadar lignin *Caulerpa* sp. yang diperoleh dari perairan Tual, Maluku Tenggara lebih rendah daripada *Caulerpa crassa* dan *Ulva lactuca* dari perairan Ujung Genteng, Sukabumi. Menurut Burtin (2003), rumput laut bukan sebagai sumber lignin. Kandungan lignin yang berbeda pada rumput laut dipengaruhi oleh spesies rumput laut, habitat, dan musim.

#### IV. KESIMPULAN

Rumput laut *Caulerpa* sp. dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif sumber serat. Perebusan pada suhu 90°C selama 5 menit tidak mempengaruhi kadar lignin. Perebusan meningkatkan serat pangan tak larut 1,25%, selulosa 13,91%, hemiselulosa 11,4%, dan menurunkan kadar serat pangan total 3,8%, serat pangan larut 5,05%, dan serat kasar 0,85%

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Y., Radiansyah, dan Muhaimin. 2014. Pengaruh pemanasan terhadap aktivitas pada beberapa jenis sayuran. *J. Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 6(2):1-6.
- Anderson, J.W., P. Baird, D. Jr, S. Ferreri, M. Knudtson, A. Koraym, V. Waters, and C.L. Williams. 2009. Health benefits of dietary fiber. *Internasional Life Sciences Institute*, 67(4):188-205.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official methods of analy. of the association of official analy. of chemists. AOAC. US. 80p.
- Asp, N.G., T.F. Schweizer, D.A.T. Southgate, and O. Theander. 1992. Dietary fiber analysis. Springer. London. 21p.
- Asp, N.G. 1995. Classification and method of food carbohydrates as related to nutritional effects. *American J. Clinical Nutrition* 61:930-937.
- Atmadja, W.S. dan F.P.V.R. Willem. 2011. Checklist of the seaweed species biodiversity of Indonesia. LIPI. Jakarta. 260p.
- Badan Pusat Statistik Maluku Tenggara (BPS). 2013. Maluku tenggara dalam angka 2013. Badan Pusat Statistik. Maluku Tenggara. 30hlm.
- Burtin, P. 2003. Nutritional value of seaweeds. *J. of Environmental, Agriculture Food Chemis.*, 2(4):498-503.
- Chaidir, A. 2006. Kajian rumput laut sebagai sumber serat alternatif minuman ber-serat. IPB. Bogor. 45hlm.
- Departemen Kesehatan RI (DEPKES). 2008. Laporan hasil riset kesehatan dasar (RISKESDAS) Nasional 2007. Pusat Penelitian dan Pengembangan Depart. Kesehatan. Jakarta. 20hlm.
- Diachanty, S., Nurjanah, dan A. Abdullah. 2017. Aktivitas antioksidan berbagai jenis rumput laut coklat Dari perairan kepulauan seribu. *JPHPI.*, 20(2):305-318.
- Diharmi, A., D. Fardiaz, N. Andarwulan, dan E.S. Heruwati. 2011. Karakteristik komposisi kimia rumput laut merah (*Rhodophyceae*) *Eucheuma spinosum* yang dibudidayakan dari perairan Nusa Penida, Takalar, dan Sumenep. *Berkala Perikanan Terubuk*, 39(2): 61-66.
- Dolorosa, M.T., Nurjanah, S. Purwaningsih, E. Anwar, dan T. Hidayat. 2017. Kandungan senyawa bioaktif bubuk

- rumpuit laut *Sargassum plagio-phyllum* dan *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku krim pencerah kulit. *JPHPI.*, 20(3):633-644.
- Jung, G.H.J. 1997. Analysis of forage fiber and cell walls in ruminant nutrition. *J. Nutritional*, 127:810-813.
- Kadi, A. 1996. Pengenalan jenis algae hijau (Chlorophyta). Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta. 23p.
- Kusumawati, D.D., B.S. Amanto, dan D.R.A. Muhammad. 2012. Pengaruh perlakuan pendahuluan dan suhu pengeringan terhadap sifat fisik, kimia, dan sensori tepung biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *J. Teknosains Pangan*, 1(1):41-48.
- Luthfiyana, N., Nurjanah, M. Nurilmala, E. Anwar, dan T. Hidayat. 2016. Rasio bubur rumput laut *E. cottonii* dan *Sargassum* sp. sebagai formula krim tabir surya. *JPHPI.*, 19(3):183-195.
- Ma'ruf, W.F., R. Ibrahim, E.N. Dewi, E. Susanto, dan U. Amalia. 2013. Profil rumput laut *C. racemosa* dan *G. verrucosa* sebagai edible food. *J. Saintek Perikanan*, 9(1):68-74.
- Maharani, F. Nurjanah, R. Suwandi, E. Anwar, dan T. Hidayat. 2017. Kandungan senyawa bioaktif rumput laut *Padina australis* dan *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku krim tabir surya. *JPHPI.*, 20(1):10-17
- Marinho-Soriano, E., P.C. Fonseca, M.A.A. Carneiro, and W.S.C. Moreira. 2006. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresource Technology*, 97:2402-2406.
- Matanjun, P., S. Mohamed, N.M. Mustapha, and K. Muhammad. 2009. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *E. cottonii*, *C. lentillifera* and *S. polycystum*. *J. of Applied Phycology*, 21:75-80.
- Nufus, C., Nurjanah, Abdullah, A. 2017. Karakteristik rumput laut hijau dari perairan kepulauan seribu dan sekotong nusa tenggara barat sebagai antioksidan. *JPHPI.*, 20(3):620-632.
- Nugent, A.P. 2005. Health properties of resistant starch. *Bulletin Foundation Nutrition*, 30:27-54.
- Nurjanah, A. Abdullah, dan C. Nufus. 2018. Karakteristik sediaan garam *Ulva lactuca* dari perairan Sekotong Nusa Tenggara Barat bagi pasien hipertensi. *JPHPI.*, 21(1):109-117.
- Nurjanah, M. Nurilmala, E. Anwar, N. Luthfiyana, dan T. Hidayat. 2017. Identification of Bioactive Compounds of Seaweed *Sargassum* sp. and *E. cottonii* Doty as a Raw Sunscreen Cream. *Pakistan Academy of Sciences B. Life and Environmental Sciences*, 54(4):311-31.
- Nurjanah, M., Nurilmala, T., Hidayat, F., Sudirdjo. 2016. Characteristics of seaweed as raw materials for cosmetics. *Aquatic Procedia*, 7:177-180.
- Nurjanah, A.M., Jacob, R. Nugraha, M. Permatasari, dan T.K.A. Sejati. 2014. Perubahan komposisi kimia, aktivitas antioksidan, vitamin C dan mineral tanaman genjer (*Limncharis flava*) akibat pengukusan. *J. Inovasi dan Kewirausahaan*, 3(3):185-195.
- Nyman, M. 1995. Effects of processing on dietary fibre in vegetables. *European J. Clinical Nutrition*, 49(3):215-218.
- Ortiz, J., N. Romero, P. Robert, J. Araya, H.J. Lopez, C. Bozzo, E. Navarrete, A. Osorio, and A. Rios. 2006. Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry*, 99:98-104.
- Pangastuti, H.A., D.R. Affandi, dan D. Ishartani. 2013. Karakterisasi sifat fisik dan kimia tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan beberapa perlakuan pendahuluan. *J. Teknosains Pangan*, 2(1):20-29.

- Putera, B.A. 2015. Aktivitas antioksidan rumput laut *Caulerpa* sp. segar dan rebus. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 48p.
- Ratana-Arporn, P. and A. Chirapart. 2006. Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. *Kasetsart J. (National Science)*, 40:75-83.
- Riyanto, B. dan M. Wilakstanti. 2006. Cookies berkadar serat tinggi substitusi tepung ampas rumput laut dari pengolahan agar-agar kertas. *JPHPI*, 9(1): 49-60.
- Ruperez, P. 2002. Mineral content of edible marine seaweeds. *Food Chemistry*, 79: 23-26.
- Sanchez, M.D.J., C. Lopez, H.J. Lopez, and L.P. Paseiro. 2004. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chemistry*, 85:439-444.
- Santi, R.A., T.C. Sunarti, D. Santoso, dan D.A. Triwisari. 2012. Komposisi kimia dan profil polisakarida rumput laut hijau. *J. Akuatika*, 3(2):105-114.
- Santoso, J., S. Gunji, Y. Yoshie, and T. Suzuki. 2006. Mineral contents of Indonesian seaweeds and mineral solubility affected by basic cooking. *Food Science Tec.*, 12(1):59-66.
- Santoso, J., Y. Yoshie, and T. Suzuki. 2004. Mineral, fatty acid and dietary fiber compositions in several Indonesian seaweeds. *J. Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 11(1):45-51.
- Sulaeman, A., F. Anwar, Rimbawan, dan S.A. Marliyati. 1993. Metode analisis komposisi zat gizi makanan. IPB Press. Bogor. 33p.
- Tampubolon, A., G.S. Gerung, dan B. Wagey. 2013. Biodiversitas alga makro di Lagun Pulau Pasige, Kecamatan Tagulandang, Kabupaten Sitiro. *J. Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1):35-43.
- Van Soest, P.J. 1963. Use of detergent in the analysis of fibrous feed, II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Association Official Agriculture Chemistry*, 46(5):829-835.
- Vera, J., J. Castro, A. Gonzalez, and A. Moenne. 2011. Seaweed polysaccharides and derived oligosaccharides stimulate defense responses and protection against pathogens in plants. *Marine Drugs*, 9:2514-2525.
- Whelan, W.J., and Pirt. 2006. The determination of starch by acid hydrolysis. *J. of the Science of Food and Agriculture*, 2(5):224-228.
- Widayanti, N.P., W.S. Rita, dan Y. Ciawi. 2013. Pengaruh konsentrasi ammonium sulfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sebagai sumber nitrogen terhadap produksi bioetanol berbahan baku *Gracilaria* sp.. *J. Kimia*, 7(1):1-10.
- Wildman, R.E.C. and D.M. Medeiros. 2000. Advanced human nutrition. CRC Press. Florida. 240p.
- Wong, K.H. and P.C.K. Cheung. 2001. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds. 2<sup>nd</sup> ed. Invitro protein digestibility and amino acid profiles of protein concentrates. *Food Chem.*, 72:11-17.
- Yanuarti, R., Nurjanah, Anwar, E., Hidayat, T. 2017. Profil fenolik dan aktivitas antioksidan dari ekstrak rumput laut *Turbinaria conoides* dan *Eucheuma cottonii*. *JPHPI*, 20(2):230-237
- Yuanita, L. 2006. The effect of pectic substances, hemicellulose, lignin and cellulose content to the percentage of bound iron by dietary fiber macromolecules: acidity and length boiling time variation. *Indonesian J. Chemistry*, 6(3):332-337.
- Diterima : 22 Maret 2017  
Direview : 19 Desember 2017  
Disetujui : 23 Maret 2018